

HYDROBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AM ÄLTESTEN STAUSEE UNGARNS

von

DR. Á. B E R C Z I K, V. DR. E. K O Z M A und DR. M. M O L N Á R

Lehrstuhl für Tiersystematik der Eötvös Loránd Universität, Ungarische Donauforschungs-
station und Hygienisches Institut der Ungarischen Staatsbahnen, Budapest

Eingegangen: 7. September 1966

Durch das Fördern der Planung und Errichtung von Stauseen in Ungarn, setzten sich in den letzten Jahren auch die regelmässigen chemischen, biologischen Untersuchungen dieser Gewässer in Gang. Untersuchungsergebnisse wurden bisher nur von den Mitarbeitern des Staatlichen Institutes für Hygiene bekanntgegeben; von dem im Lázbercer Stauraum sowie über die in den Jahren 1961–62 durchgeführten Forschungen des Wassersystems vom Hámori-See, berichten bereits mehrere Arbeiten (21, 22, 23, 24). Beide Untersuchungsgebiete liegen im mittelgebirgsartigen, kalksteinigen Bükkgebirge.

Die jetzt zur Erörterung gelangenden chemischen, bakteriologischen und zoologischen Untersuchungsergebnisse des Hámori-Sees (Abb. 1) beruhen auf nach anderen Gesichtspunkten durchgeführten Forschungen wie die weiter oben erwähnten. Die zoologischen und chemischen Untersuchungen erfolgten bei drei Gelegenheiten (VI. und IX. 1962, VI. 1963.). Die zoologischen Untersuchungen bestreben in erster Reihe die qualitativen und quantitativen Verhältnisse der Bodensedimentfauna zu erkunden. Die mit den zoologischen Untersuchungen gleichzeitig durchgeführten chemischen Untersuchungen, verfolgten den Nachweis der zyklischen Tagesveränderungen. Die bei zwei Gelegenheiten (IX. 1962, und VI. 1963) durchgeführten bakteriologischen Untersuchungsserien – parallel mit den chemischen Untersuchungen – bestreben ebenfalls den Nachweis der zyklischen Tagesveränderungen.

Der chemische Teil der Untersuchungen wurde von Frau V. E. K o z m a, der bakteriologische von M. M o l n á r, der zoologische von Á. B e r c z i k verfertigt.

Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Auf die Geschichte des im Jahre 1812 errichteten ersten Talsperrenstaudammes in Ungarn, sowie auf die Betriebsangaben erübrigt es sich näher einzugehen, da diese in der Fachliteratur zu erreichen sind (25, 26), es sollen bloss die neuerdings festgestellten Angaben (8) ins Gedächtnis zurück gerufen werden.



Abb. 1. Ansicht des Hámori-Sees



Abb. 2. Einmündung des
Garadna-Baches

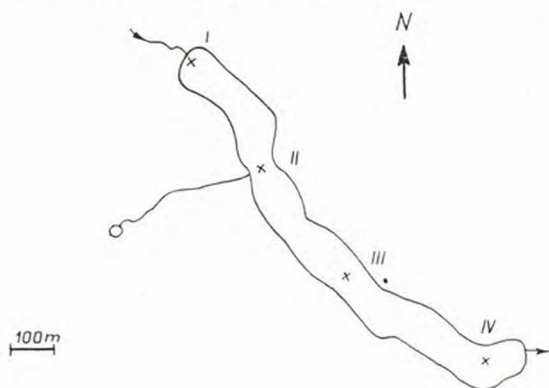


Abb. 3. Situationsskizze
des Stausees. —
I – IV = Sammelstellen

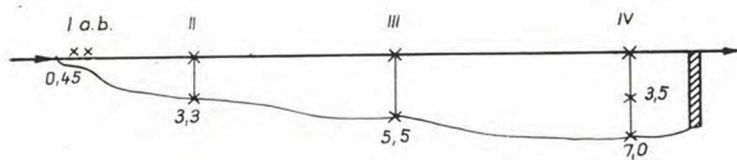


Abb. 4.
Längsprofilskizze
des Stausees mit
den Sammelstellen

Einzugsgebiet des Sees	35,5 km ²
Fläche	12,0 ha
Länge	1100 m
Breite	100–130 m
Grösste Tiefe	7,5 m
Speichbare Bruttowassermenge	0,332 Millionen m ³
Ursprünglicher speichbarer Rauminhalt	0,532,6 Millionen m ³
Maximales Betriebswasserniveau	285,6 m

Für unsere Untersuchungen wurden in der Mittellinie des Sees vier Fixpunkte ausgewählt, deren Lage und durchschnittliche Tiefe auf Abb. 3 und 4 veranschaulicht werden.

Die chemischen und bakteriologischen Proben wurden an der tiefsten Sammelstelle (IV) aus drei Tiefen, an den Sammelstellen III und II nur aus der oberen Wasserschicht genommen. An der I. Sammelstelle, beim Einfluss des Garadna-Baches (Abb. 2) wurde der Wasserzustand oberhalb der durch das Bachgeschiebe am Anfang des Sees sich abgesetzten Sandbank (I b), sowie das hier entstandene Bachbettwasser untersucht (I a). In dem, unter der Sandbank ungefähr $\frac{1}{2}$ m tiefen Seewasser bildete sich eine sehr reiche submerse Pflanzenwelt aus. Das Ufer ist – abgesehen von den kaum 100 m langen Abschnitt bei der Mündung des Garadna-Baches steil abfallend, im allgemeinen felsig. Im oberen Drittel des sudwestlichen Seeufers (Abb. 3) mündet ein sehr steil abfallendes, ungefähr 300 m langes Bächlein ein, dessen Wasser chemisch und zoologisch bei zwei Gelegenheiten (IX. 1962 und VI. 1963) untersucht wurde.

Temperaturverhältnisse

Im Rahmen unsere Untersuchungen wurden Wasser- und Sedimenttemperaturmessungen durchgeführt. Durch diese wurde es uns ermöglicht in den auch von biologischem Gesichtspunkt sehr wichtigen Temperaturhaushalt des Sees Einblick zu gewinnen. Die Ergebnisse der Messungen werden in Tabelle 1, 5–8 und auf Abbildung 3–6 zusammengefasst bzw. veranschaulicht. Es sei noch erwähnt, dass während der Untersuchungen heiteres Wetter und Windstille geherrscht haben.

Zwei Beobachtungen die an der Sammelstelle IV gemacht wurden, müssen nachstehend hervorgehoben werden. Es konnte einerseits festgestellt werden, dass bereits in verhältnismässig geringer Tiefe (3,5 m), die Erwärmung vom Oberflächenwasser nicht übernommen wird, die Temperaturschwankungen des Grundwassers minimal sind. (Bemerkt sei ferner, dass wegen den rings unvermittelt um den See ansteigenden Bergen sich der direkte Einfluss der Sonnenstrahlung nur in beschränkter Weise ausübt.) Andererseits konnte bei den ungefähr um 18^h im Juni durchgeführten Untersuchungen nachgewiesen werden, dass die Werte zwischen der mittleren und unteren Wasserschicht eine Verwechslung aufwiesen (Abb. 3, 5.), die für kurze Zeit auch eine inverse Schichtung verursachten. Die physiographischen Gegebenheiten des Sees berücksichtigend ist dies als eine wahrscheinlich nur auf ein kleines Gebiet beschränkte Erscheinung, hauptsächlich durch innere, teilweise horizontale Strömungen zu erklären.

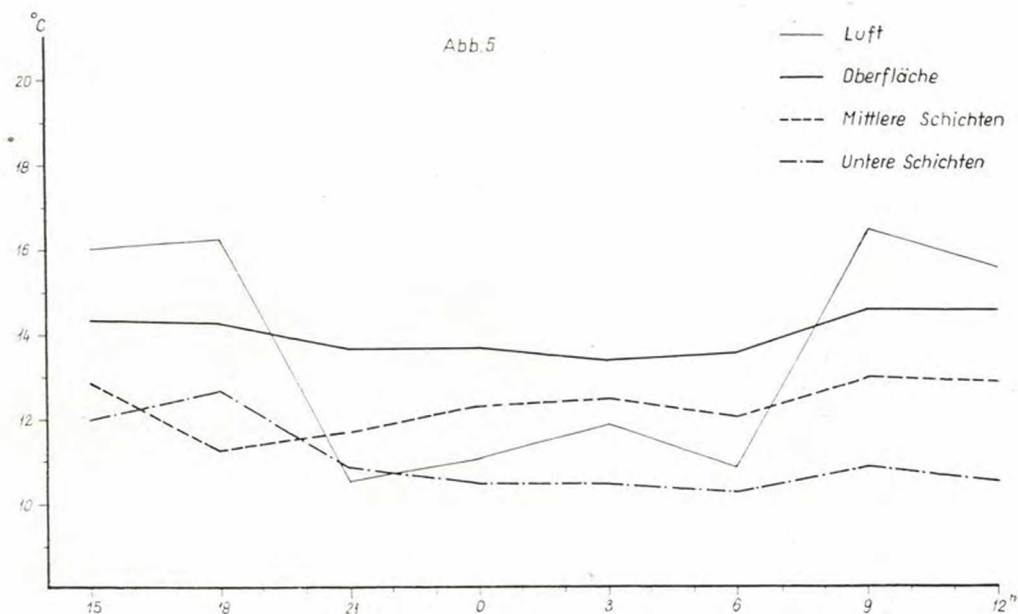


Abb. 5. Temperaturverhältnisse an der IV. Sammelstelle (12–13. VI. 1962)

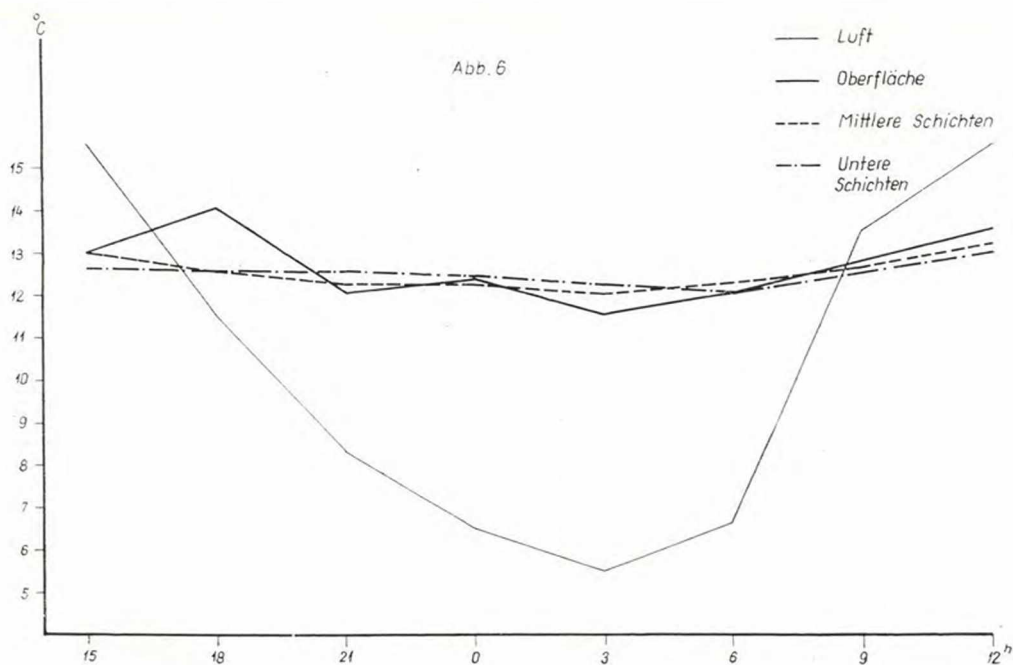


Abb. 6. Temperaturverhältnisse an der IV. Sammelstelle (26–27. IX. 1962)

Die Temperaturangaben des Monats September weisen im Querschnitt des Sees ausgeglichene Zustände auf, wie dies auch den allgemeinen limnologischen Gesetzmässigkeiten entsprechend, im Herbst zu erwarten war.

Bemerkenswert sind hinsichtlich des Temperaturhaushaltes noch die am Anfang des Sees, im Bereich der Garadnamündung gemachten Erfahrungen. Auf der unter Wasser stehenden Sandbank und in dem sich hier fortsetzenden Endabschnitt des Bachbettes (Abb. 2.) liessen sich horizontal so grosse Temperaturunterschiede nachweisen, die am anderen Ende des Sees also an der tiefsten Stelle zwischen dem Grundwasser und dem Oberflächenwasser nie gemessen werden konnten. Die $\frac{1}{2}$ m tiefe Wassermenge über der Geschiebebank, mit der in ihr lebenden submersen Pflanzenwelt und das sandige Bodensediment erwärmt sich verhältnismässig rasch. Interessant ist es, dass der weitaus nicht geschlossene Pflanzenbestand diese Wassermassen auch noch vor den nächtlichen Abkühlungen äusserst gut beschützt. Während das, das Gebiet durchquerende Bachwasser um 5.3°C abkühlte, verlor das mit ihm direkt weit und breit sich berührende, über der Geschiebebank stehende Wasser, nur 2.1°C . (Auf dem offenen Wasser des Sees betrug dieser Wert ungefähr 1°C .)

Den starken Tagestemperaturschwankungen des Garadna-Baches zufolge, strömt das tagsüber einfließende Wasser — ähnliche Temperatur- bzw. Wassermassen suchend — den verschiedenen tiefen Seezonen zu. Da die Temperatur des Seewassers geringere Schwankungen aufweist als das des Bachwassers, erscheinen die Strömungen des letzteren selbst in dem verhältnismässig nicht allzu tiefen Hámori-See in Schichten von mehreren Metern voneinander entfernt. Auf diese Erscheinung hat unter anderem auch B. K o v á t s (12) in seiner Arbeit über die Stauseen von Talsperren bereits hingewiesen, unabhängig von den Strömungen und von den zyklischen Temperaturveränderungen. Unsere Untersuchungsergebnisse veranschaulichen sehr gut die Möglichkeit, der von dem einfließenden Wasser verursachten Tagesschichtschwankungen. Auf die biologische Bedeutung dieser Schwankungen soll bloss durch ein Beispiel hingewiesen werden. Während unserer Untersuchungen war die Temperatur des Bachwassers 13 Stunden hindurch kälter als die Durchschnittstemperatur des im ganzen See befindlichen Grundsedimentes. Dies bedeute gleichzeitig, dass von der jeweiligen Wasserkapazität des Baches (und von der Wassermenge des Sees) abhängig, über die Hälfte der Untersuchungsperiode, ein gewisser Teil des Seebodens eine bedeutende Abkühlung erlitt. Die niedrig bleibende Temperatur des Grundwassers bietet demnach den im Sediment sich abspielenden vielfältigen Lebensprozessen eine nur geringere Intensität. In der Beschreibung von V á s á r h e l y i (26) finden wir auch Hinweise auf die Eigenartigkeit der Bodenregionstemperatur; wörtlich steht folgendes angeführt: „Das Wasser des Baches fliesst, ohne sich zu erwärmen am Boden in Richtung zur Freiflut oder zur geöffneten Bodenschleuse weiter“. An dieser Stelle sei noch erwähnt, dass an der SO-Seite des Sees, ein mit der Benennung: „Esperanto-Quelle“ versehenes, Karstwasserbächlein mit verschiedener Wasserkapazität von Zeit zu Zeit bedeutende, kalte Wassermengen dem See zuführt. Die Temperatur des am schattigen Schutthang herunter fliessenden Wassers erreicht im allgemeinen kaum 12°C .

Die Temperaturergebnisse der Untersuchungen zeigten noch, dass der Temperaturhaushalt des Hámori-Sees auch von der geographischen Lage

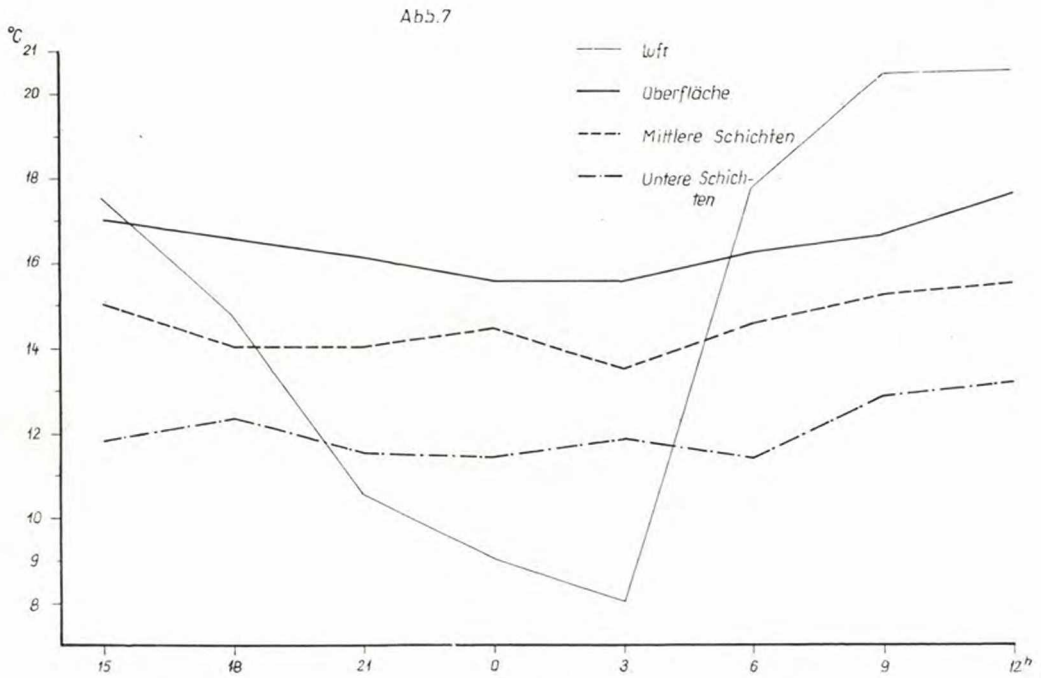


Abb. 7. Temperaturverhältnisse an der IV. Sammelstelle (4 – 5. VI. 1963)

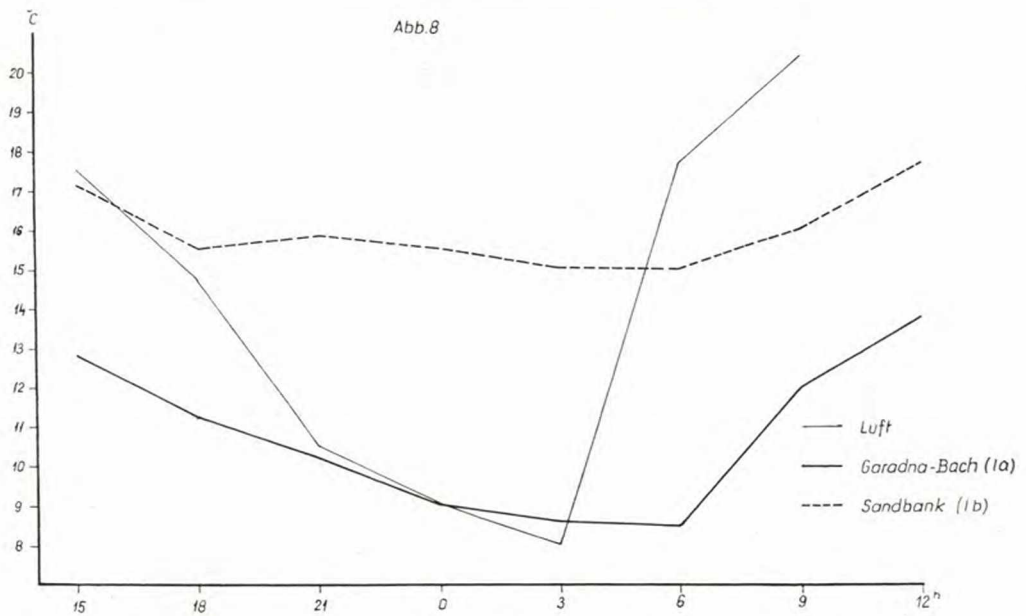


Abb. 8. Temperaturverhältnisse an der I. Sammelstelle (4 – 5. VI. 1963)

des Sees sehr bedeutend beeinflusst wird; die in NW – SO liegende, von bandförmigen, steil an steigenden Bergen umgebene Wasserfläche erhält meistens nur aus der südöstlichen Richtung – wenige Stunden hindurch – Sonnenstrahlung. Die Temperatur- und Lichtklimaverhältnisse müssten also auch innerhalb unseres Mittelgebirges von diesem Gesichtspunkt aus verfolgt werden.

Die festgestellten Tagestemperaturschwankungen machen uns darauf aufmerksam, dass es bei einer Messung oder einem Untersuchungszeitpunkt nicht genügt allein das Datum des entsprechenden Tages, – selbst bei einer einzigen Untersuchung – anzugeben, es müssen auch noch die Stunde der Untersuchung und zuründerst in grossen Zügen auch die Kennzeichnung der meteorologischen Lage angegeben werden, da man ohne diese Daten sehr leicht falsche biologische Folgerungen ziehen kann.

Während den Untersuchung der Sedimentfauna wurde auch die Temperatur des Sedimentes ständig gemessen. Die Messungen erfolgten mit einem Wasserthermometer von 0,2 °C – Einteilung auf die Weise, dass der Thermometer sofort 5 cm tief in die eben ausgehobene Probe gesteckt wurde. Die erhaltenen Werte sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Interessant ist die Temperaturwerte des Sedimentes mit den zur gleichen Zeit festgestellten Temperaturwerten der Wasseroberfläche (an Sammelstelle IV auch mit denen des Grundwassers) und der Wassertiefe zu vergleichen (Abb. 22). Die beiden Untersuchungen im Juni widerspiegeln ausgezeichnet die abkühlende Wirkung des Baches bzw. die für grössere Tiefen kennzeichnende niederere Temperatur; an der Sammelstelle II ist das Sediment in beiden Fällen wärmer, als an der seichtereren, aber vom Bach abgekühlten I. und von dem Einfluss des Baches ferner gelegenen, aber bereits viel tieferen III. Sammelstelle.

Tabelle 1.

Temperatur des Bodensedimentes (°C)

Datum \ Sammelstelle	I.	II.	III.	IV.
13. VI. 1962., 12h	10,0	11,8	9,2	9,0
27. IX. 1962., 12h	10,2	11,8	12,3	12,6
5. VI. 1963., 12h	10,5	12,0	10,5	9,5

Chemische Untersuchungen

Die Wasser- und Sauerstoffproben wurden mit dem Wasserschöpfer von Maucha-Wereschtschagin genommen. Die Bearbeitung der Wasserproben begann gleich an Ort und Stelle, so dass sämtliche Bestimmungen mit der Halbmikro-Feldmethode durchgeführt werden konnten. Eine Ausnahme bildete die Bestimmung des Sulfat-Ions, das gravimetrisch gemessen wurde (6, 14, 16.). Die Mg^{2+} -Menge wurde aus der Differenz der Ca-Härte und Gesamthärte, die Gesamtmenge der Na^+ und K^+ aus der Differenz des Äquivalentwertes der Anionen und Kationen berechnet.

Tabelle 2. Ergebnisse der chemischen Analysen am 12. — 13. VI. 1962.

Probent-nahme- stelle	pH	Alkalinität w	Karbonat- härte °D. H.	Ca-Härte °D. H.	Mg-Härte °D. H.	Gesamt- härte °D. H.	Ca ⁺⁺ mg/l	Mg ⁺⁺ mg/l	Na ⁺ + K ⁺ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	R ₂
Ia	8,20	4,6	12,8	11,1	1,9	13,0	79,3	8,2	15,4	279,4	4,3	30,8	1,48
Ib	8,08	3,9	10,9	9,2	2,9	12,1	66,0	12,6	6,4	236,7	4,3	29,6	1,25
II	8,13	3,8	10,7	9,2	2,6	11,8	66,0	11,3	7,7	233,1	4,3	30,6	1,23
III	8,16	3,8	10,6	9,2	2,9	12,1	66,0	12,6	6,4	230,6	4,3	35,8	1,23
IV	8,16	3,8	10,6	9,2	3,2	12,4	66,0	13,9	1,8	230,6	4,3	30,6	1,23

Tabelle 3. Ergebnisse der chemischen Analysen am 26. — 27. IX. 1962.

Probent-nahme- stelle	pH	Alkalinität w	Karbonat- härte °D. H.	Ca-Härte °D. H.	Mg-Härte °D. H.	Gesamt- härte °D. H.	Ca ⁺⁺ mg/l	Mg ⁺⁺ mg/l	K ⁺ + Na ⁺ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	SiO ₂ mg/l	Sauerstoff- verbrauch mg/l	R ₂
Ia	8,16	4,7	13,2	11,3	3,5	14,8	80,8	15,2	17,8	288,0	3,1	22,4	in Spuren	0,045	1,0	8,4	2,2	1,66
Ib	8,06	4,8	13,4	11,3	3,2	14,5	80,8	13,9	20,6	291,6	3,1	20,3	in Spuren	0,057	1,0	0,6	2,6	1,56
II	8,06	3,8	10,6	8,8	3,0	11,8	62,9	13,0	11,5	234,3	1,9	16,1	in Spuren	0,057	0,9	0,9	2,5	1,23
III	8,06	3,8	10,6	8,8	3,0	11,8	62,9	13,0	11,3	230,6	1,9	18,6	in Spuren	0,070	0,9	7,8	2,2	1,23
IV	8,06	3,8	10,6	8,1	3,9	12,0	57,0	16,9	9,5	231,8	1,9	17,4	in Spuren	0,060	0,9	1,5	2,9	1,23
Quelle	8,20	5,1	14,3	7,5	7,3	14,8	53,6	31,7	24,5	311,2	2,5	28,6	in Spuren	0,077	2,2	10,6	1,7	1,66

Tabelle 4. Ergebnisse der chemischen Analysen am 4. — 5. VI. 1963.

Probent-nahme- stelle	pH	Alkalinität w	Karbonat- härte °D. H.	Ca-Härte °D. H.	Mg-Härte °D. H.	Gesamt- härte °D. H.	Ca ⁺⁺ mg/l	Mg ⁺⁺ mg/l	K ⁺ + Na ⁺ mg/l	HCO ₃ ⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	NH ₄ ⁺ mg/l	NO ₂ ⁻ mg/l	NO ₃ ⁻ mg/l	SiO ₂ mg/l	Sauerstoff- verbrauch mg/l	R ₂
Ia	7,96	3,7	10,4	9,3	3,7	13,0	66,5	16,0	19,3	227,0	3,2	41,0	0,06	0,072	1,2	3,0	1,4	1,21
Ib	8,11	4,5	12,6	11,5	3,5	15,0	82,2	15,2	11,2	274,5	2,6	29,4	0,06	0,097	1,7	4,5	1,9	1,46
II	8,06	3,8	10,6	9,1	4,3	13,4	65,0	18,6	11,8	231,8	2,6	36,4	0,12	0,057	0,5	2,7	1,4	1,23
III	7,96	3,7	10,4	9,1	4,2	13,3	65,0	18,2	11,5	224,5	3,2	31,9	0,12	0,072	1,1	2,7	1,1	1,21
IV	7,93	3,8	10,6	9,3	3,3	12,6	66,5	14,3	24,7	230,6	3,2	38,1	0,12	0,097	1,0	3,3	2,3	1,23
Quelle	7,73	6,0	16,8	10,8	7,6	18,4	77,2	33,0	24,4	368,5	3,2	33,1	0,03	0,100	2,2	4,5	1,2	1,96

Ergebnisse

Die Ergebnisse der chemischen Analysen sind in Tabelle 2–4 und auf Abb. 9, die Mengen des gelösten Sauerstoffes in Tabelle 5–8 und auf Abb. 10–12 zusammengefasst und veranschaulicht.

Auf Grund der chemischen Untersuchungen kann festgestellt werden, dass das Bachwasser, wie auch das Seewasser selbst ein zum Kalzium-Hydrokarbonat-Typ gehörendes β -limno-Gewässer ist. Das Wasser des am südwestlichen Uferabschnitt einfließenden Bächleins (Abb. 3) ist ebenfalls ein β -limno-Gewässer, aber vom Kalzium-Magnesium-Hydrokarbonat-Typ. Der Gehalt an Ca^{++} und HCO_3^- ist im Wasser des Garadna-Baches höher, als im See. Diesen Effekt weisen die in der Umgebung der Einmündung des Baches gewonnenen Werte noch auf, weiter weg wird die Zusammensetzung des Seewassers überall mehr oder weniger einheitlich. Der HCO_3^- - und Mg^{++} -Gehalt ist hingegen niedriger, als der des Seewassers. Während unserer Untersuchungen liess sich die Auswirkung dieser Ionen – wegen des niedrigen Wasserertrages des Bächleins – in der Zusammensetzung des Seewassers nicht nachweisen. Der Produktivitätsindex – R^2 (nach Maucha) – schwankt zwischen 1,21 und 1,25 (18). Diese Werte sind für eutrophe Gewässer kennzeichnend.

Die Werte der Verseuchung anzeigender Bestandteile – NH_4^+ – NO_2^- – NO_3^- , sowie die Werte des Sauerstoffverbrauches – weisen auf eine minimale Verseuchung des Stauseewassers hin. Abweichend von den im Jahre 1963 und 1964 von Schiefner und Gregács (21, 22, 23, 24.) veröffentlichten Angaben, konnten wir beinahe immer das Vorhandensein der drei erwähnten

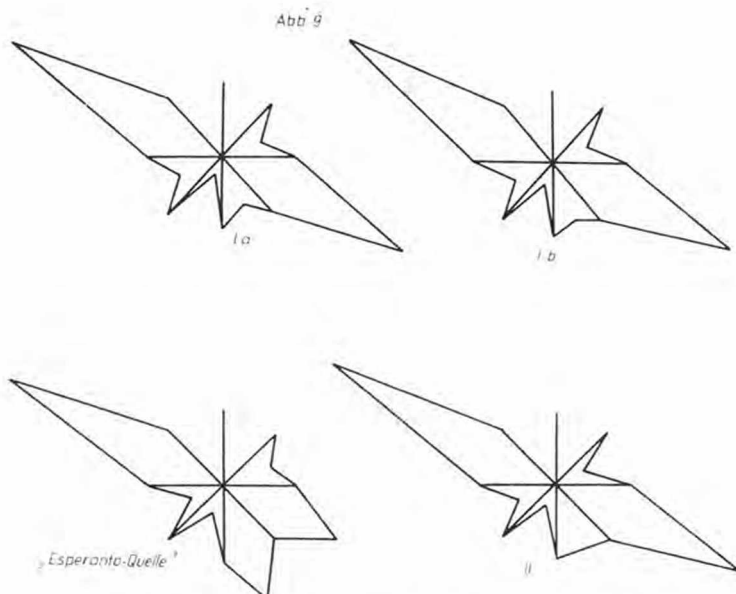


Abb. 9. Äquivalentprozent-Diagramme (nach Maucha) auf Grund der Untersuchungen vom 27. IX. 1962

Ione nachweisen. Die Werte an NH_4^+ wurden in Spuren und bis 0,12 mg/l, NO_2^- von 0,045 bis 0,10 mg/l, NO_3^- von 0 bis 2,2 mg/l Mengen angetroffen.

Die sich in der chemischen Zusammensetzung des Bach-, Bächlein- und Seewassers zeigenden Abweichungen, werden auf den in Abb. 9 angeführten Äquivalentprozent-Diagrammen nach *M a u c h a* sehr gut veranschaulicht. (14, 15, 18.).

Sehr interessant sind ferner auch die Werte der Sauerstoffbestimmung. Die Wasser- und Lufttemperaturwerte, die Menge an gelöstem Sauerstoff in mg/l und im Prozent der Sättigung ausgedrückt, sind in Tabelle 5–8 angeführt. Abbildungen 10–12 geben den Zeitpunkt der Probenahme, die Tiefe des Wassers und die Menge des gemessenen Sauerstoffes im Prozent des Sättigungszustandes an. Eine 100%ige Sättigung ist in jedem Fall mit einem* versehen. Die Sättigungswerte wurden mit Hilfe des *R a w s o n s c h e n* Nomogrammes berechnet (12).

Tabelle 5.

Gelöster O_2 -Gehalt an der Probeentnahmestelle IV. 12. – 13. VI. 1962.

Sättigung %		Temperatur °C	Gelöstes O_2 mg/l	
O	105	14,3	10,9	15h Lufttemp. 16,0 °C
M	67	12,8	7,3	
B	43	12,0	4,7	
O	122	14,2	12,5	18h Lufttemp. 16,2 °C
M	69	11,2	7,6	
B	54	12,6	5,8	
O	94	13,6	9,8	21h Lufttemp. 10,5 °C
M	50	11,6	5,4	
B	42	10,8	4,7	
O	34	13,6	3,5	0h Lufttemp. 11,0 °C
M	30	12,2	3,2	
B	14	10,4	1,7	
O	68	13,3	7,2	3h Lufttemp. 11,8 °C
M	40	12,4	4,3	
B	11	10,4	1,4	
O	87	13,5	9,2	6h Lufttemp. 10,8 °C
M	48	12,0	5,1	
B	17	10,2	2,0	
O	100	14,5	10,3	9h Lufttemp. 16,4 °C
M	54	12,9	5,9	
B	30	11,8	3,3	
O	72	14,5	7,5	12h Lufttemp. 15,5 °C
M	58	12,8	6,2	
B	11	10,5	1,3	

O = Oberfläche
M = mittlere Tiefe
B = Bodenwasser

Tabelle 6.

Gelöster O₂-Gehalt an der Probeentnahmestelle IV. 26. – 27. IX. 1962.

Sättigung %		Temperatur °C	Gelöstes O ₂ mg/l	
O	72	13,0	7,7	15h Lufttemp. 15,5 °C
M	64	13,0	6,8	
B	58	12,6	6,3	
O	100	14,0	10,4	18h Lufttemp. 11,5 °C
M	90	12,5	9,8	
B	77	12,5	8,4	
O	80	12,0	8,7	21h Lufttemp. 8,2 °C
M	70	12,2	7,5	
B	64	12,5	6,9	
O	66	12,3	7,2	0h Lufttemp. 6,5 °C
M	60	12,2	6,5	
B	52	12,4	5,6	
O	76	11,5	8,4	3h Lufttemp. 5,5 °C
M	71	12,0	7,7	
B	60	12,2	6,5	
O	75	12,0	8,2	6h Lufttemp. 6,6 °C
M	70	12,2	7,6	
B	64	12,0	7,0	
O	80	12,8	8,6	9h Lufttemp. 13,5 °C
M	74	12,6	7,9	
B	72	12,5	7,8	
O	92	13,5	9,7	12h Lufttemp. 15,5 °C
M	80	13,2	8,5	
B	77	13,0	8,3	

O = Oberfläche
M = mittlere Tiefe
B = Bodenwasser

Aus den Ergebnissen der beiden Untersuchungsreihen des Sommers, kann man auf eine intensive Assimilation und eine ebenfalls intensive Dissimilation folgern. Die 100%igen oder noch höheren Sättigungswerte sind die Folgen eines starken Assimilationsvorganges. Die Sauerstoffsättigung wird der Tiefe zu, ausnahmslos geringer, ihre Menge in den Wasserschichten oberhalb des Bodens bedeutend kleiner, was auf Dissimilationsprozesse hinweist. Die Menge an Sauerstoff war bei beiden Untersuchungen im Sommer um Mitternacht am geringsten, dies ist mit dem Fallen der Lichtintensität und mit den regeren Dissimilationsprozessen zu erklären. Mit der Zunahme der Lichtintensität steigt gleichzeitig auch die Menge des Sauerstoffes an. Im Juni 1963 wurde zu

Tabelle 7.

Gelöster O₂-Gehalt an der Probeentnahmestelle IV. 4. – 5. VI. 1963.

Sättigung %		Temperatur °C	Gelöstes O ₂ mg/l	
O	88	17,0	8,7	15h
M	50	15,0	5,2	Lufttemp. 17,5 °C
B	20	11,8	2,2	
O	110	16,5	9,9	18h
M	90	14,0	9,4	Lufttemp. 14,7 °C
B	77	12,3	8,3	
O	80	16,1	8,0	21h
M	70	14,0	7,4	Lufttemp. 10,5 °C
B	64	11,5	7,1	
O	70	15,5	7,1	0h
M	60	14,4	6,2	Lufttemp. 9,0 °C
B	23	11,4	2,6	
O	80	15,5	8,1	3h
M	60	13,5	6,3	Lufttemp. 8,0 °C
B	28	11,8	3,0	
O	110	16,2	10,7	6h
M	61	14,5	6,3	Lufttemp. 17,7 °C
B	19	11,4	2,0	
O	124	16,6	11,9	9h
M	85	15,2	8,7	Lufttemp. 20,4 °C
B	32	12,8	3,4	
O	141	17,6	13,6	12h
M	95	15,5	9,6	Lufttemp. 20,5 °C
B	21	13,2	2,2	

O = Oberfläche

M = mittlere Tiefe

B = Bodenwasser

Mittag Übersättigung, im Juni 1962 wurden Werte unter der Sättigung angetroffen. Dies lässt sich mit dem Auftreten von sterilem Licht erklären. Die Messungsergebnisse des Monats September sind weitaus ausgeglichener. Weder der Tiefe zu, noch während den Nachtstunden liessen sich, derart bedeutende Sättigungsverminderungen nachweisen, wie in den Sommermonaten. Übersättigung konnte im Herbst ebenfalls bei keiner Gelegenheit nachgewiesen werden. All dies weist auf die Ausgeglichenheit der Assimilation-Dissimilationsprozesse hin. Die Erklärung hierfür liegt in der gleichmässigeren und niederen Temperatur, sowie in der Lichtintensität von fallender Tendenz.

Tabelle 8.

O₂-Gehalt und Temperaturverhältnisse in den obersten Wasserschichten 4. - 5. VI. 1963.

Probenentnahmestelle	15 ^h				18 ^h				21 ^h				0 ^h			
	Lufttemp. °C	Wassertemp. °C	O ₂ mg/l	O ₂ -Sätt. %	Lufttemp. °C	Wassertemp. °C	O ₂ mg/l	O ₂ -Sätt. %	Lufttemp. °C	Wassertemp. °C	O ₂ mg/l	O ₂ -Sätt. %	Lufttemp. °C	Wassertemp. °C	O ₂ mg/l	O ₂ -Sätt. %
Ia	17,5	12,8	6,5	60	14,7	11,2	4,6	41	10,5	10,2	7,5	67	9,0	9,0	7,0	60
Ib		17,1	6,5	66		15,5	6,1	60		15,8	6,4	64		15,5	6,1	60
II		16,8	8,0	81		16,4	7,2	73		16,2	7,9	72		15,5	7,0	69
III		16,8	6,1	62		16,6	8,1	82		16,2	8,3	84		15,5	7,0	69
IV		17,0	8,7	88		16,5	9,9	110		16,1	8,0	80		15,5	7,1	70
Ia	3 ^h				6 ^h				9 ^h				12 ^h			
	8,0	8,6	7,7	65	17,7	8,5	10,9	93	20,4	12,0	10,2	94	20,5	13,8	10,9	105
Ib		15,0	7,2	70		15,0	11,5	112		16,0	12,1	121		17,7	12,8	133
II		15,5	7,5	74		15,5	11,2	111		15,5	12,8	127		17,3	12,2	126
III		15,5	8,3	82		15,7	12,0	120		15,6	13,3	133		17,9	10,9	114
IV		15,5	8,1	80		16,2	10,7	110		16,6	11,9	124		17,6	13,6	141

Abb. 10

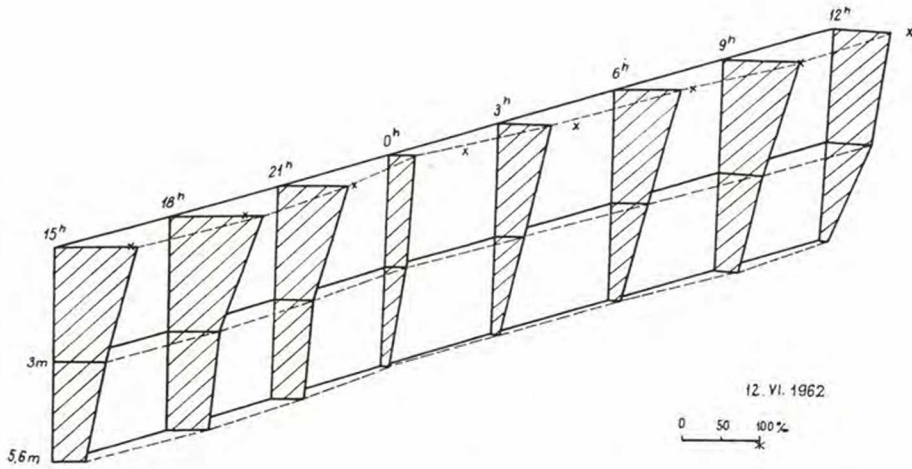
Abb. 10. O_2 -Verhältnisse an der IV. Sammelstelle (12 – 13. VI. 1962)

Abb. 11

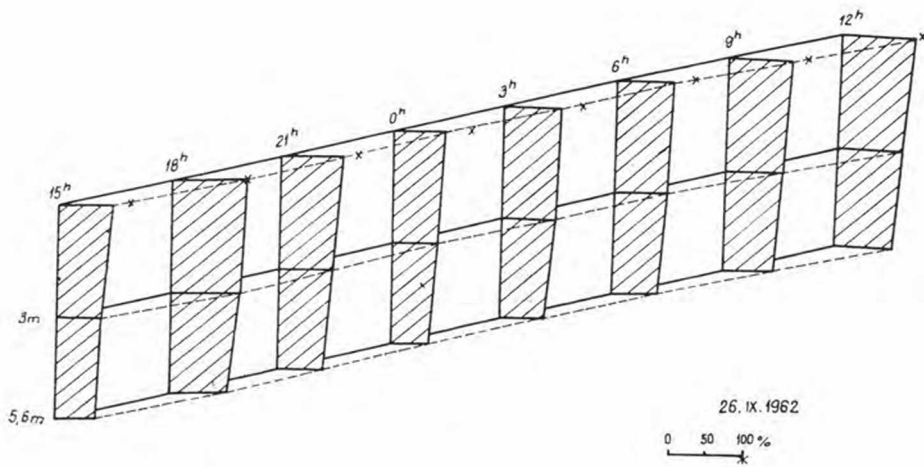
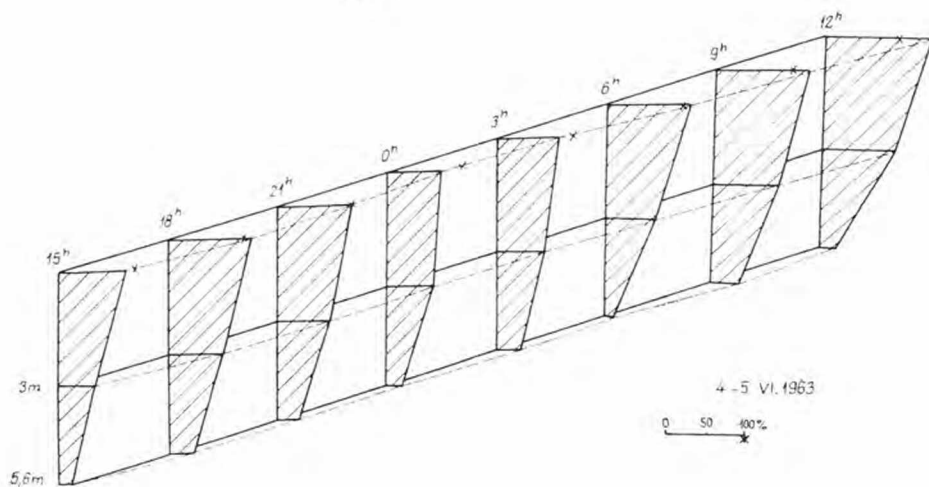
Abb. 11. O_2 -Verhältnisse an der IV. Sammelstelle (26 – 27. IX. 1962)

Abb. 12

Abb. 12. O₂-Verhältnisse an der IV. Sammelstelle (4-5. VI. 1963)

Bakteriologische Untersuchungen

Methodik

Die von der Wasseroberfläche genommenen Proben wurden in sterile, mit Glasstöpsel versehene Flaschen geschöpft und bis zur Bearbeitung auf Eis gelegt. Die aus den Tiefen stammenden Proben wurden mit dem Wasserschöpfer von Maucha-Wereschtschagin entnommen, in welchem die sterilen Flaschen vom Untersuchungswasser öfters durchspült wurden.

Die Bestimmung der Keimzahl erfolgte auf Agarplatten mit der Plattengussmethode nach einer 24stündigen Inkubation bei 34°C. Der Coli-Titer wurde auf einer milchzuckrigen, phenolrot-indikatorischen Bouillon-Verdünnungsreihe durch Abimpfung bestimmt (2). Die Bakteriophagen wurden auf einer Agarplatte mit der Methode nach Nyberg-Gajzágó (5) untersucht, es wurde bestrebt die Phagen der enteropathogenen Bakterien nachzuweisen (*Salmonella typhi*, *Salmonella paratyphi* B., *Shigella shigae*, -Flexner, -Sonne, *Escherichia Coli*.). Den Grad der Phag-Lysis bezeichneten wir von 1-4. Die anaerobe Keimzahl wurde auf dem modifizierten Nährboden nach Wilson (19) abgezählt.

Ergebnisse

Die Gestaltung der Keimzahlen aus den Proben des Oberflächenwassers sind auf zwei graphischen Darstellungen (Abb. 13 u. 14.) angeführt. Abbildung 13 veranschaulicht die Gestaltung der Keimzahlen der vom 26. - 27. September 1962 aus dem Garadna-Bach und von der IV. Sammelstelle stammenden Proben. Die Keimzahlen des Garadna-Bachwassers sind ziemlich niedrig, was in erster Reihe mit der niederen Temperatur in Verbindung zu stehen scheint. (Abb. 8). Die Qualität des Wassers, die Verunreinigungen sind auch an dieser Stelle, bloss durch die Bakteriophagverhältnisse und den Coli-Titer wahrnehmbar. Auf Abb. 14 sind die im Längsabschnitt am 4. - 5. VI. 1963 entnom-

Abb 13

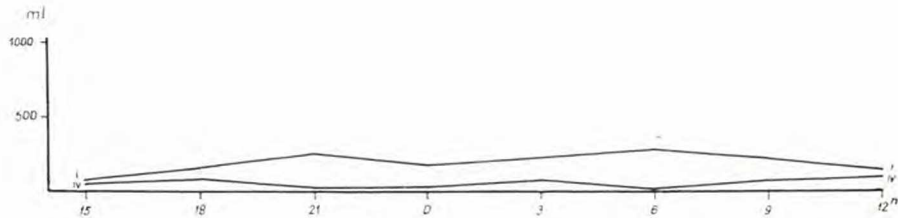


Abb. 13. Keimzahlveränderungen an der Wasseroberfläche der Sammelstellen I und IV (26–27. IX. 1962)

menen Wertveränderungen der Keimzahlen angegeben. Interessanterweise sondert sich die I. und II. sowie die III. und IV. Sammelstelle in zwei Gruppen ab innerhalb deren der Verlauf der Wertveränderungen eine Ähnlichkeit aufweist. Während an der I. und II. Sammelstelle pro mg die Bakterienzahl in hunderter Grössenordnung vorkam, war sie an der Sammelstelle III. und IV. in tausender Grössenordnung vorhanden. Das Wasser des Garadna-Baches fliesst in See langsam strömend in die Richtung der Freiflut hin, in dem sich im Sommer erwärmenden Wasser werden die Bedingungen für die Lebens-

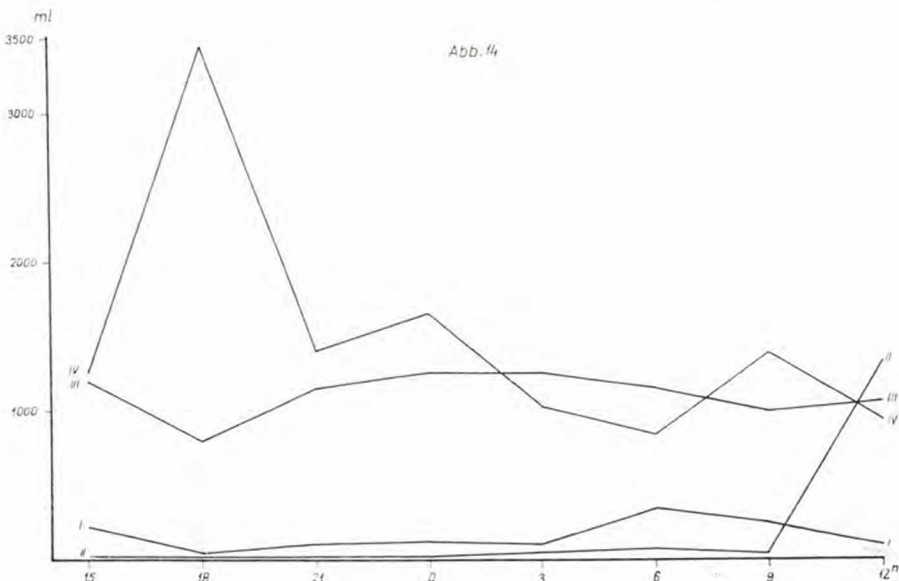


Abb. 14. Keimzahlveränderungen an der Wasseroberfläche der Sammelstellen I – IV (4–5. VI. 1963)

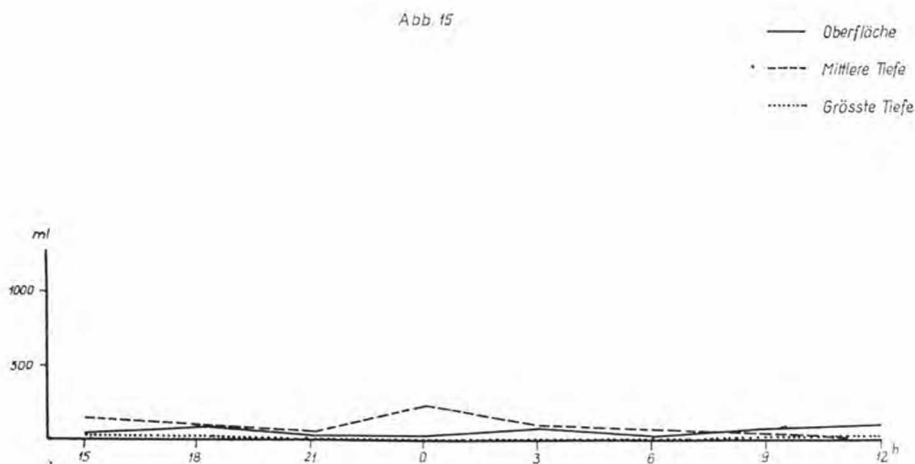


Abb. 15. Keimzahlveränderungen an der IV. Sammelstelle (26 – 27. IX. 1962)

verhältnisse der Bakterien günstiger, weshalb sich auch ihre Zahl vervielfacht.

An der tiefsten Stelle des Stausees (IV. Sammelstelle) wurden aus drei Tiefen Proben genommen. Die im September 1962 und im Juni 1963 festgestellten Keimzahlwerte sind auf Abb. 15 und 16 veranschaulicht. Im Herbst

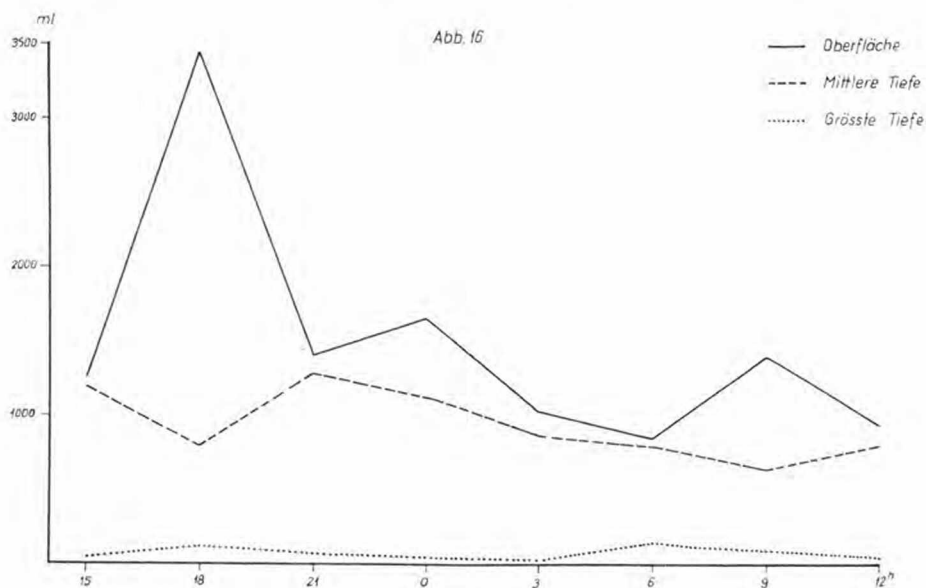


Abb. 16. Keimzahlveränderungen an der IV. Sammelstelle (4 – 5. VI. 1963)

und Sommer ist das Abnehmen der Keimzahlen der Tiefe zu kennzeichnend. Im Bodenwasser ist die Keimzahl klein, sie blieb oft unter 10/ml. Der auffallende Unterschied, der in der Keimzahl der Herbst- und Sommeruntersuchungen zum Ausdruck kommt, erinnert an die zur selben Zeit gefertigten Temperaturkurven (Abb. 6 und 7.). Die nahestehenden Keimzahlwerte der verschiedenen Tiefenzonen — ähnlich denen der Temperaturwerte — wieder spiegeln die kennzeichnende herbstliche Ausgeglichenheit des Sees. K o c o u r o v a u. Mitarbeiter (11) konnten bei Untersuchungen an Stauseen ähnliche Erfahrungen machen.

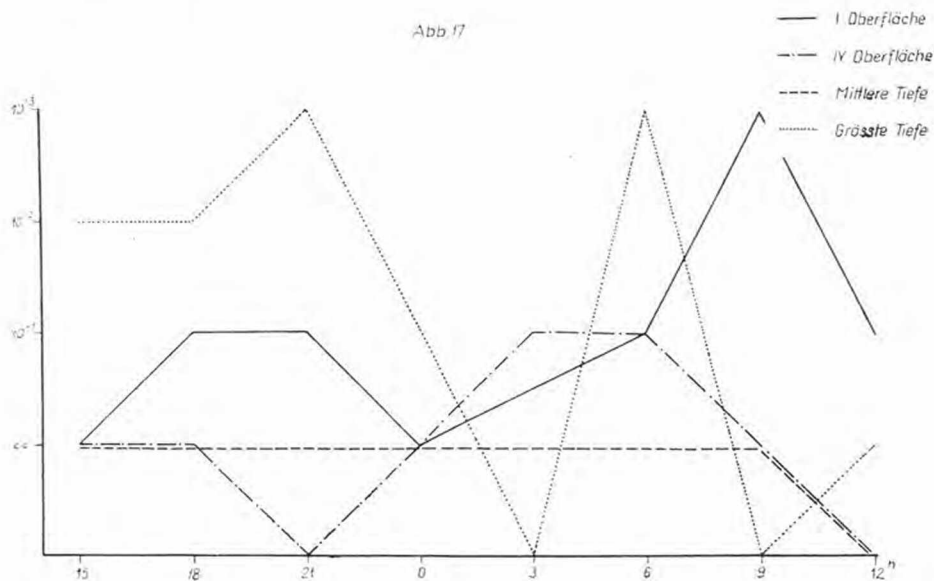


Abb. 17. Coli-Titerveränderungen an den Sammelstellen I und IV (26–27. IX. 1962)

Die Keimzahlwerte der Untersuchungen im Juni 1963 wiesen zwischen der Wasseroberfläche und dem Bodenwasser bereits wesentliche Unterschiede auf (Abb. 16); die Temperaturverhältnisse (Abb. 7.) dürfen bei der Beurteilung dieser Erscheinung ebenfalls nicht ausser Acht gelassen werden.

Tagesperiodisch bedingte Schwankungen liessen sich in den Keimzahlveränderungen nicht nachweisen.

Auf Abb. 17 und 18 wurde die Gestaltung des *Coli*-Titers angeführt. Die *Coli*-Titerwerte der im September 1962 genommenen Proben, waren im allgemeinen höher, als die im Juni 1963. Die *Coli*-Verseuchung des Garadne-Baches war im Juni 1963 hingegen bedeutend grösser. In den tieferen Schichten sind die Zustände gerade umgekehrt (Sammelstelle IV), als die bei der Keimzahl angetroffen; die höchsten *Coli*-Titerwerte wurden eben im Bodenwasser vorgefunden. Dies ist — wenn auch nur teilweise — mit den hier am dicksten angehäuften, sich zersetzenden Schlammassen zu erklären.

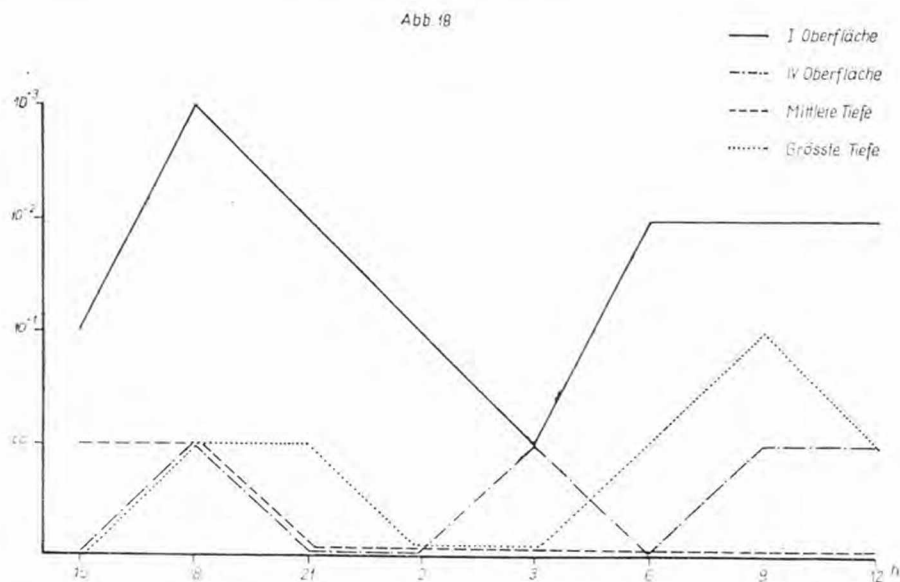


Abb. 18. Coli-Titerveränderungen an den Sammelstellen I und IV (4–5. VI. 1963)

Tagesperiodische Schwankungen konnten nur aus den im Garadna-Bach nachgewiesenen Serienwerten des *Coli*-Titers abgelesen werden. Diese waren bei beiden Untersuchungen um 18^h und 6^h am höchsten (Abb. 18.).

Anaerobe Sporenbakterien – *Clostridium* – wurden sozusagen in allen Proben vorgefunden. Die grössten Keimzahlwerte (zwischen 3 und 47) wurden im Garadna-Bach angetroffen. In den übrigen Wasserproben kamen nur Werte zwischen 3 und 1 vor.

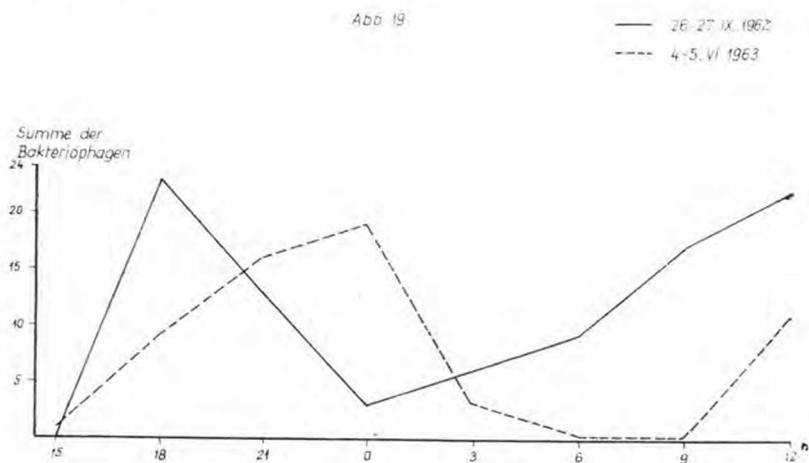


Abb. 19. Bakteriophagverhältnisse an der I. Sammelstelle

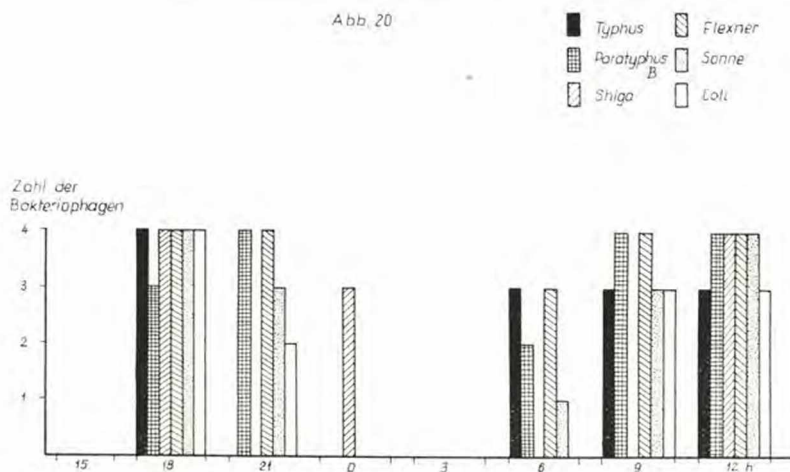


Abb. 20. Verteilung der Bakteriophagen an der I. Sammelstelle (26–27. IX. 1962)

Bakteriophagen wurden regelmässig nur im Garadna-Bach nachgewiesen. Diese Ergebnisse sind auf Abb. 19 veranschaulicht. Der Verlauf der Kurven ist bei den Untersuchungen vom 26.–27. September und 4.–5. Juni 1963 beinahe gleich; die entsprechende Phasenverschiebung der beiden Kurven ist allem Anscheine nach, mit dem jahreszeitlichen Einfluss (Herbst-Sommer) zu erklären. Auf Abb. 20 u. 21 ist die Mengenverteilung der Phagen zusammengestellt.

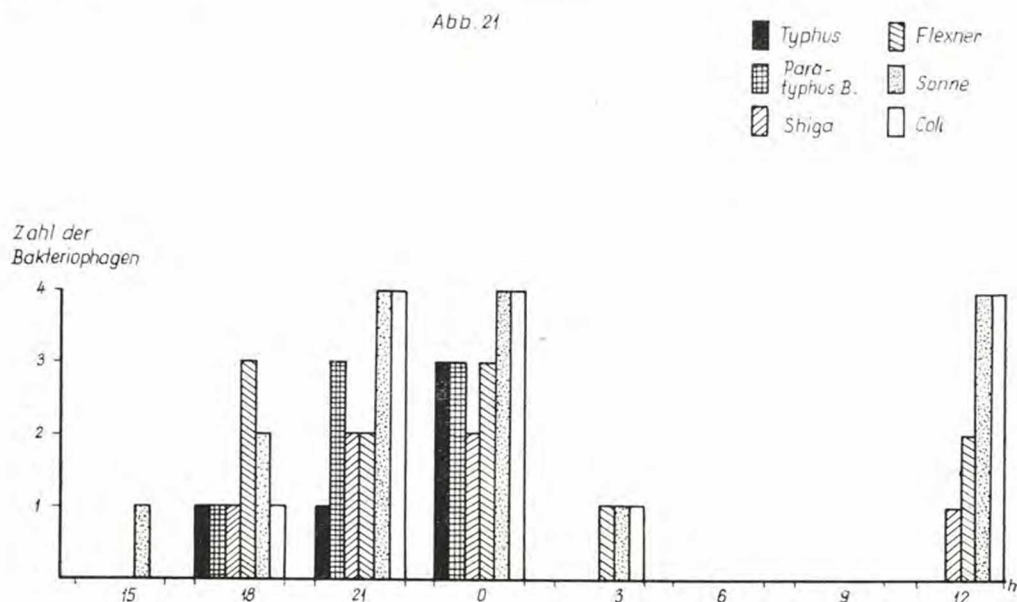


Abb. 21. Verteilung der Bakteriophagen an der I. Sammelstelle (4–5. VI. 1963)

Abb. 22

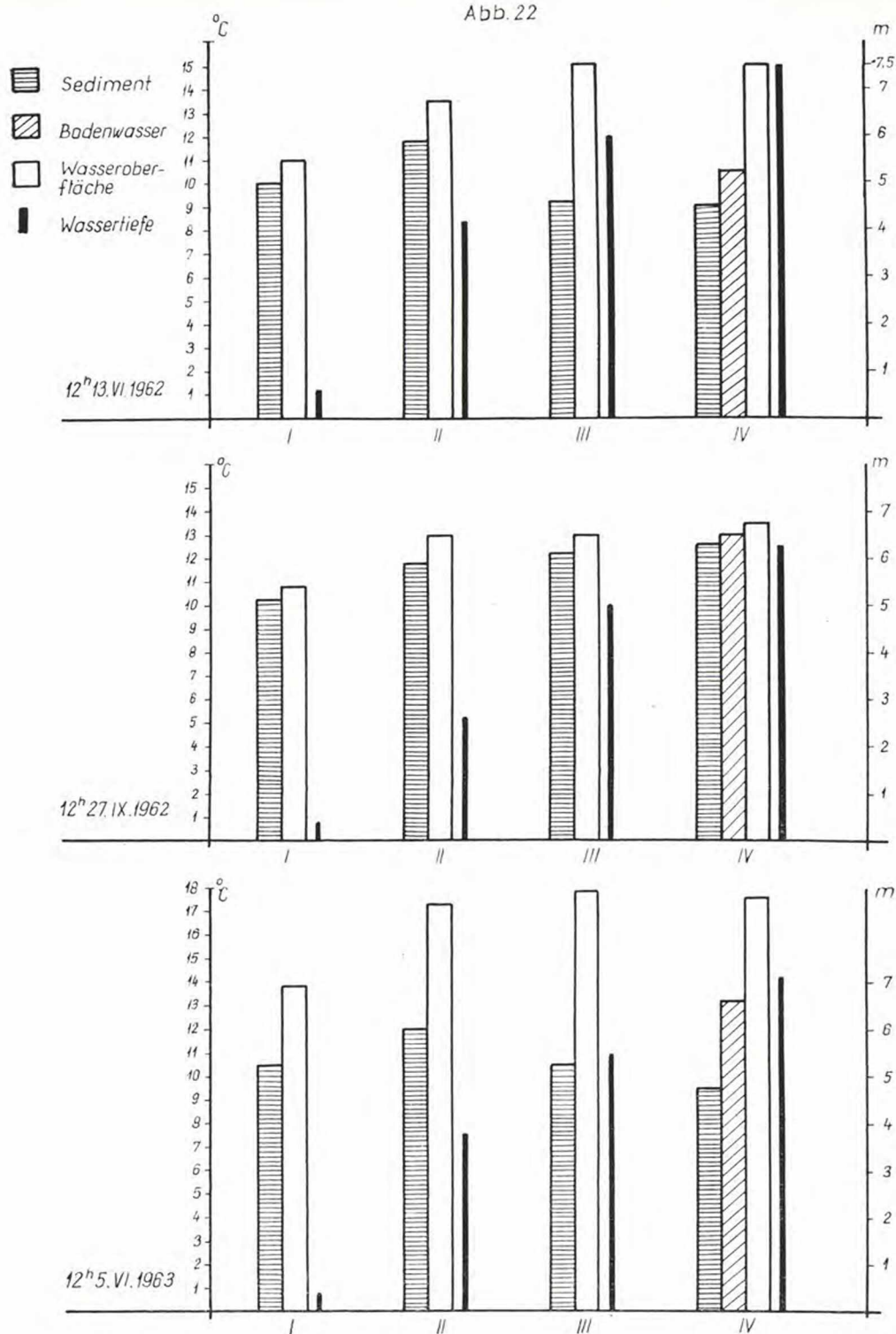


Abb. 22. Vergleich der Bodensediment- und Wassertemperaturangaben

Zoologische Untersuchungen

Umgebungsverhältnisse, Methoden

Über die Invertebrata-Fauna des Hámori-Sees sind bisher nur zwei wissenschaftliche Arbeiten erschienen. V á s á r h e l y i (27) gab die Molluskenfauna des Sees bekannt, Á b r a h á m – B i c z ó k – M e g y e r i (1) gaben in ihrer hydrobiologischen Arbeit über den östlichen Teil des Bükkgebirges Angaben über die Planaria-, Rotatoria- und Entomostraca-Fauna der Uferregion und z. T. des offenen Seewassers an. In den weiter unten zur Erörterung gelangenden Untersuchungen bestrebten wir in erster Reihe die Makrofauna des Bodensedimentes hinsichtlich der Arten und ihrer Mengenverhältnisse kennenzulernen. Es wurde auch die Chironomiden-Fauna des Ufergebietes und die der submersen Pflanzenwelt erforscht, die Ergebnisse dieser jedoch, werden in einer Arbeit von mehr zoologischem Inhalt bekanntgegeben.

Bodensedimentproben wurden an allen vier Untersuchungsstellen – also in der Mittellinie des Sees – bei allen drei Untersuchungsgelegenheiten (VI. u. IX. 1962, VI. 1963), genommen. Das makroskopische Bild der einzelnen Sammelstellen widerspiegelt sehr gut den Sedimentationsprozess und dessen Verteilung, was aus der bandförmigen Gestaltung des Stausees (Abb. 3) und der Strömungsrichtung des Wassers hervorgeht. Die Korngrösse des Sedimentes nimmt im Stausee in Richtung der Schleuse ab, der Gehalt an organischer Substanz hingegen zu. An der I. Sammelstelle (in der Mündungsregion des Garadna-Baches, an dem bereits erwähnten von Pflanzen unbesetzten Teil der Sandbank), lässt sich ein schwach schlammiger Sand nachweisen. An der II. Sammelstelle, also 240 m von der Mündung entfernt, liegt mehr oder weniger grober, grauer Schlamm mit etwas Sand und Tonklumpen vermischt. An der III. u. IV. Sammelstelle, d. h. 590 bzw. 1000 m von der Mündung entfernt, ist das Sediment ein dunkelgrauer, weicher, feintastiger, an organischen Substanzen reicher, fauliger Schlamm. Der Sedimentunterschied zwischen den beiden Sammelstellen besteht – wenigstens makroskopisch – darin, dass das Sediment an Sammelstelle IV stets dunkler gefärbt war. Wie aus den Betriebsbeschreibungen des Stausees hervorgeht (25), war hier die ursprüngliche Tiefe bedeutend grösser. (Der Rauminhalt des Stausees ist im Laufe der Zeit um 2/5 kleiner geworden), die Dicke des Schlammes kann also auf mehrere Meter geschätzt werden (25, 26). Bemerkt sei noch, dass in allen Sedimentproben Blattüberreste der vom Ufer stammenden Bäume nachgewiesen werden konnten.

Die Sedimentproben wurden mit einem 15×15×15 cm grossen Ekman-Birgesehen Bodengreifer genommen und auf einem 0,35 mm maschenweiten Bronzesieb durchgewaschen. Es wurden an allen Sammelstellen und bei jeder Gelengeheit 5 Proben genommen. Die an Ort und Stelle ausgelesenen Tiere wurden in 70% igem Alkohol fixiert.

Bei sämtlichen Untersuchungen wurden die Temperaturen des Sedimentes in 5 cm Tiefe gemessen. Die Angaben sind in Tab. 1 und auf Abb. 22 zusammengestellt bzw. veranschaulicht.

Ergebnisse

Die Sedimentfauna setzt sich aus den Lavren von *Chironomus plumosus* und *Ch. thummi*, sowie *Chaoborus crystallinus* und einem Tubificiden sp. zusammen. Auf Grund der erhaltenen quantitativen Resultate, die in Tab. 9 veranschaulicht wurden, lässt sich nachstehend folgendes sagen.

Tabelle 9.

Quantitative Verhältnisse des Benthos (Stück/m² und %)

Sammelstelle	13. VI. 1962.				27. IX. 1962.				5. VI. 1963.			
	Chironomus	Chaoborus	Tubifex	Insgesamt	Chironomus	Chaoborus	Tubifex	Insgesamt	Chironomus	Chaoborus	Tubifex	Insgesamt
I.	¹ 176,0 (86,9)	0	26,4 (13,1)	202,4 (100,0)	140,8 (84,2)	0	26,4 (15,8)	167,2 (100,0)	184,8 (84,0)	0	35,2 (16,0)	220,0 (100,0)
II.	² 3693,0 (97,9)	26,4 (0,7)	54,4 (1,4)	3776,8 (100,0)	3634,4 (96,3)	³ 8,8 (0,2)	132,0 (3,5)	3775,2 (100,0)	2622,4 (67,4)	26,4 (0,7)	1240,8 (31,9)	3889,6 (100,0)
III.	² 3704,8 (95,7)	132,0 (3,4)	35,2 (0,9)	3872,0 (100,0)	2543,2 (87,6)	114,4 (3,9)	246,4 (8,5)	2904,0 (100,0)	3326,4 (62,6)	44,0 (0,8)	1944,8 (36,6)	5315,2 (100,0)
IV.	² 1812,8 (91,2)	105,6 (5,3)	70,4 (3,5)	1988,8 (100,0)	52,8 (4,0)	1249,6 (93,4)	35,2 (2,6)	1337,6 (100,0)	1680,8 (96,0)	26,4 (1,5)	44,0 (2,5)	1751,2 (100,0)

¹ an der Sammelstelle I. *Chironomus thummi*, ² an den Sammelstellen II – IV. *Chironomus plumosus*, ³ *Sphaeromias candidus*.

Die Verbreitung von *Chironomus thummi* und *Ch. plumosus* sondert sich scharf voneinander ab; Larven von *Chironomus thummi* kamen nur an der I. Sammelstelle vor, wo *Ch. plumosus*-Larven überhaupt nicht angetroffen werden konnten, an den Sammelstellen II–IV war es gerade umgekehrt. Den ökologischen Ansprüchen der Larven von *Ch. plumosus* entsprechen die harten, sandigen, an organischen Substanzen armen Sedimentverhältnisse der I. Sammelstelle offensichtlich nicht, das Vorkommen von *Ch. thummi* hingegen – wenn auch nur in wenigen Mengen – wäre damit noch nicht erklärt. Übrigens weisen auch die Ergebnisse der bakteriologischen und chemischen Untersuchungen auf keine, von *Ch. thummi* bevorzugte Verseuchung hin. Das Vorkommen von *Ch. thummi* unterstützt die Auffassung, dass diese Art nur saprophil und nicht stenök, saprobiont ist, so dass sein Vorkommen nicht ausschliesslich an verseuchte Gewässer gebunden ist.

Die Larven der beiden Chironomiden-Arten bilden individuenzahlmässig (und auch dem Gewicht nach) die Hauptmasse der Bodenfauna. Ihr Anteil an der Fauna beträgt im allgemeinen 85–95%; nur bei einer gewaltigen Vermehrung der Tubificiden sinken ihre Werte in einigen Fällen unter 70%. Die Anzahl der Larven von *Chironomus plumosus* an der II. und III. Sammelstelle ist am höchsten, an der Sammelstelle IV sind die Werte etwas niedriger. Da der Schlamm hier, ähnlich wie bei Sammelstelle II und III, für *Chironomus plumosus* optimal, und zum „Gyttja“-Typ gehörend ist, lassen sich die hervorspringenden kleineren Werte, mit den eventuellen (zeitweiligen) anaeroben Zersetzungsprozessen erklären. Dies könnten selbstverständlich nur ausführlichere bzw. Serienuntersuchungen klären, und zwar auch schon deswegen, da bei den jetzigen Untersuchungen im Bodenvasser ein vollkommenes Fehlen von O_2 nie nachgewiesen werden konnte. Die maximalen Werte der Individuendichte von *Chironomus plumosus* an Sammelstelle II und III, lässt sich übrigens der Grössenordnung nach, mit denen der reichsten Fauna des extremen eutrophen, zum „Gyttja“-Typ gehörenden, Velencer-Sees vergleichen (3).

Bei der Beurteilung der Abundanz der Sedimentfauna müssen wir auch die Zusammensetzung und Menge der Fischarten in Betracht ziehen, da die dezimierende Wirkung der Fische – laut den Untersuchungsangaben der Karpfenteichwirtschaften – die Chironomidenfauna selbst auf die Hälfte vermindern kann.

Die Fischfauna des Hámori-Sees – wie dies aus den von Herrn I. V á s á r h e l y i (Miskolc–Lillafüred) gefälligst mir zur Verfügung gestellten Angaben ersichtlich ist – setzte sich zur Zeit unserer Untersuchungen aus den folgenden Arten zusammen:

	%	
1. Karpfen (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	15	} 40%
2. Karausche (<i>Carassius carassius</i> L.)	5	
3. Schleitz (<i>Tinca tinca</i> L.)	5	
4. Grundling (<i>Gobio gobio</i> L.)	5	
5. Steingressling (<i>Gobio uranoscopus</i> Agassiz)	5	
6. Schlammbeitzger (<i>Misgurnus fossilis</i> L.)	5	

7. Bachforelle (<i>Trutta faro</i> L.)	10	} 60%
8. Regenbogenforelle (<i>Trutta iridea</i> L.)	15	
9. Plötze (<i>Rutilus rutilus</i> L.)	5	
10. Rotfeder (<i>Scardinius erythrophthalmus</i> L.)	5	
11. Rapfen (<i>Aspius aspius</i> L.)	2,5	
12. Döbel (<i>Leuciscus cephalus</i> L.)	2,5	
13. Hecht (<i>Esox lucius</i> L.)	10	
14. Zwergwels (<i>Amiurus nebulosus</i> R a f.)	10	}

Wenn wir bedenken, dass auch von den Arten, welche sich vom Grunde ernähren und 40% der Fischfauna ausmachen, nur die durch 20% vertretenen Karpfen und Karauschen die intensiven Konsumenten der Chironomidenlarven sind, so können die vorgefundenen grossen Individuendichtenwerte nicht ähnlich der entsprechenden Angaben der Sedimentfauna der in 90–95% mit Karpfen bevölkerten Teichwirtschaften gewertet werden. Obwohl die bedeutende Mehrheit der zur Sedimentfauna gehörenden Larven von den Fischen nicht konsumiert wird, können die Chironomiden vor ihrem Ausschwärmen auch die höhere organische Stoffproduktion in grossem Masse bereichern. Die Chironomidenpuppen führen nämlich während des paartägigen Puppenstadiums eine planktonische Lebensform und dann fallen sie in grossen Mengen den meisten pelagischen Fischarten des Hámori-Sees, vor allem den Bach- und Regenbogenforellen, die 25% der Fischfauna ausmachen, zum Opfer.

Auffallend ist es, dass die Larven von *Chaoborus crystallinus* an der I. Sammelstelle immer fehlten, ansonst hingegen in kleineren-grösseren Mengen überall angetroffen werden konnten. Ihre Zahl stieg in Richtung der Schleuse im allgemeinen an.

Tubifex sp. kam in dem für ihn ungünstigen harten Sediment der I. Sammelstelle nur vereinzelt vor. An der Sammelstelle II und III wurden die meisten Individuen erbeutet, in manchen Fällen machten sie auch mehr als 30% der Gesamtfuna aus. An der Sammelstelle IV fiel ihre Zahl wieder stark ab. Der weiche und an organischen Substanzen reiche Schlamm der Sammelstellen II–IV bildet offensichtlich eine entsprechende Lebensstätte; für die niederen Werte der Sammelstelle IV kann das bei *Chironomus plumosus* Gesagte auch hier als Erklärung dienen.

Bei der Bekanntmachung der Temperaturverhältnisse des Hámori-Sees wurde bereits hingewiesen, dass wegen der Tiefenverhältnisse und kälteren Strömung des einmündenden Garadna-Baches, eine Erwärmung am Boden verhältnismässig niedrig bleibt. Die mit Hilfe der Sedimenttemperatur-, Wassertemperatur- und Wassertiefenangaben verfertigten drei Diagramme (Abb. 20) bezwecken dies zu veranschaulichen. Wie zu ersehen ist, lässt sich die Auswirkung des Baches bei allen drei Untersuchungen an der I. Sammelstelle nachweisen. Aus den beiden Untersuchungen im Juni geht es eindeutig hervor, dass die Temperatur des Oberflächenwassers in Richtung der Schleusen zunimmt, die Temperatur des Bodensedimentes – teilweise der zunehmenden Tiefe zu folge – hingegen abnimmt. Die Angaben des Septembers widerspiegeln bereits die grosse Ausgeglichenheit im Herbst. Aus all diesen geht hervor, dass während des ganzen Jahres die Temperatur des Bodensedimentes im Hámori-See nie einen Wert von 13° C erreicht.

Die tiefer gelegenen Stellen (III. und IV. Sammelstelle) bleiben 10 Monate hindurch unter 10° C. (Zum Vergleich sei erwähnt, dass in unseren grossflächigen, seichten Seen, in einer Tiefe von 2 m, die Temperaturen des Bodensedimentes auch 20–25° C erreichen.) Die Sedimenttemperaturverhältnisse sind vom Gesichtspunkt des Benthos im Hámori-See deshalb bemerkenswert, weil die jährliche Generationszahl der Chironomiden, die die Hauptmenge der Fauna – d. h. zum Teil auch das Mass der Benthos-Produktion – bilden, an erster Stelle von der Temperatur reguliert wird. *Chironomus plumosus* besitzt unter unseren klimatischen Verhältnissen in seichten Seen 3 Generationen (4), es ist höchst unwahrscheinlich, dass sich im Hámori-See mehr als eine Generation entwickeln könnte. Dies wird auch dadurch unterstützt, dass bei keiner Untersuchung Larven im ersten Stadium angetroffen werden konnten, der Bestand befand sich bei den Proben im Juni und September ausschliesslich aus Larven im letzten Stadium.

Schliesslich belehren uns die durchgeführten Benthosuntersuchungen der einzelnen Sammelstellen von der grossen Beständigkeit der faunistischen Verhältnisse und zwar dies so wohl in den Werten der Individuendichte der einzelnen Punkte, als auch in Bezug auf die Vertreter der Makrofauna im Verhältnis zueinander. Die vereinzelt hervorragenden Werte von *Tubifex* sp. und *Chaoborus* sind von diesem Gesichtspunkt nicht störend. Die Beständigkeit der Verhältnisse ist ein Zeichen der Ausgeglichenheit des Stausees.

Zusammenfassung

Die hydrobiologischen Verhältnisse des Hámori-Sees werden durch den Temperaturhaushalt des Stausees grundlegend beeinflusst. Den morphologischen Gegebenheiten zu Folge, können sich die tieferen Wasserschichten und das Bodensediment während des Jahres nicht über 12–14° C erwärmen. Dies bedingt hingegen die Intensität der sich hier abspielenden Lebensprozesse.

Limnologisch ist der See ein eutrophes β -limno Gewässer vom Kalzium-Hydrokarbonat-Typ. Diesen entspricht auch der Tagesrhythmus der festgestellten Assimilation-Dissimilationsprozesse.

Die Artenzusammensetzung und die Mengenverhältnisse des Benthos weisen eindeutig auf den eutrophen Charakter hin.

Die bakteriologischen Untersuchungen liessen eine kleinere, vom Wasser des Garadna-Baches herstammende Verseuchung nachweisen, die in der Länge des Sees (in Richtung zur Schleuse) und von der Oberfläche zur Tiefe hin abnimmt. Im Herbst war das Wasser weniger verseucht als im Sommer.

Die bei zwei bzw. drei Gelegenheiten durchgeführten tagesperiodischen chemischen und bakteriologischen, sowie zoologischen Untersuchungen weisen darauf hin, dass der Hámori-See von hydrobiologischen Gesichtspunkt betrachtet ein im ausgeglichenstem Zustand befindlicher Stausee ist.

SCHRIFTTUM

1. Ábrahám A. – Biczók F. – Megyeri J. 1957: Hydrobiologische Untersuchungen am östlichen Teile des Bükk-Gebirges. Acta Biol. Szeged., 3. 55–79.
2. Bálint P. 1962: Klinikai laboratóriumi diagnosztika. Budapest, 1–1327.

3. Berczik Á. 1961: Einige Beobachtungen bezüglich der horizontalen Verteilung des Makrobenthos seichter „pannonischer“ Seen. *Acta Zool. Hung.* 7. 49–72.
4. Berczik Á. 1966: Zur Populationsdynamik des Zoobenthos eines seichten Sees. *Acta Zool. Hung.* 12. 235–249.
5. Bíró Gy. 1960: Enterális bakteriophagok vízből történő kimutatásának módszere. *Kísérletes Orvostud.* 12. 624–627.
6. Csajághy G. – Tolnay V. 1952: A víz összes keménységének, valamint kalcium- és magnéziumtartalmának helyszíni meghatározása. *Hidrol. Közl.* 32. 438–441.
7. Dudich E. 1939: „Élettér”, élőhely, életközösség. *Természettud. Közl. Pótf.* 71. 49–64.
8. Észak-Magyarország Vízgazdálkodási Keretterve I–II. Budapest, 1965, 468–383. (OVF kézirat)
9. Hortobágyi T. 1959: Adatok Magyarország moszataihoz III. *Egri Ped. Főisk. Évk.* 5. 531–551.
10. Jaczó I. – Mann H. 1940: Hydrobiologische Untersuchungen am Belső-tó in Tihany im Jahr 1938–39. *Annal. Biol. Tihany.* 12. 170–203.
11. Kocourová E. – Zelinka M. 1958: Vyskedy bakteriologických rozborů vod údolních nádrží v povodí Moravy. *Ceskosl. Hygiéna*, 3. 355.
12. Kováts B. 1962: A vízminőségi követelmények biztosítása völgyzárógátas tározással történő ivóvízbeszerzésnél. *Hidrol. Közl.* 42. 121–128.
13. Maucha R. 1927–28: A fényintenzitás mint hydrologiai tényező. *Hidrol. Közl.* 7–8. 1–30.
14. Maucha R. 1932: Hydrochemische Methoden in der Limnologie. *Binnengewässer* 12. Stuttgart, 1–173.
15. Maucha R. 1933: Graphische Darstellung von Wasseranalysen. *Hidrol. Közl.* 12. 118–124.
16. Maucha R. 1947: Hydrochemische Halbmikrofeldmethoden. *Arch. f. Hydrobiol.* 41. 352–391.
17. Maucha R. 1947: Újabb szempontok a vizek termelőképességének megállapítására. *Magyar kém. Lapja*, 17., 18., 19. p.
18. Maucha R. 1949: Einige Gedanken zur Frage des Nährstoffhaushalts der Gewässer. *Hydrobiologie*, 1. 225–237.
19. Ormay L. 1962: Az orvosi laboratóriumi asszisztensek kézikönyve II. Budapest, 583.
20. Sebestyén O. 1963: Bevezetés a limnológiába. Budapest, 235.
21. Schiefner K. – Gregács M. 1963: A borsodi ivóvíztározás higiénés vizsgálata. *Borsodi Műsz. Élet*, 8. 1–13.
22. Schiefner K. – Gregács M. 1964: Újabb adatok az ivóvíztározás problémájához. *Egészségtudomány*, 8. 275–280.
23. Schiefner K. – Gregács M. – Mahunka S. 1963: Ivóvíztározó tervezésével kapcsolatos komplex vízhygiénés vizsgálatok. *Egészségtudomány*, 7. 137–147.
24. Schiefner K. – Gregács M. – Mahunka S. 1966: Ivóvíztározással kapcsolatos vízvizsgálatok. *Hidrol. Közl.* 67–72.
25. Szigligeti Gy. 1956: Adatok a hámori völgyzárógát történetéhez. *Hidrol. Közl.* 36. 351–355.
26. Vásárhelyi I. 1959: A hámori tó. *Borsodi Szemle*, 3. 43–45.
27. Vásárhelyi I. 1960: Beiträge zur Schneckenfauna des Teiches von Hámor. *Opusc. Zool.* Budapest, 4. 53–55.
28. Woynárovich E. 1941: Néhány magyarországi víz kémiai sajátosságairól. *Annal. Biol. Tihany*, 13. 302–315.